

Q67077  
09/985,847  
Toshiharu KAJITA  
BALL SCREW  
Page 2 of 2

Filed: 11/6/02001

日本特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日  
Date of Application:

2001年 9月27日

出願番号  
Application Number:

特願2001-298523

出願人  
Applicant(s):

日本精工株式会社

RECEIVED

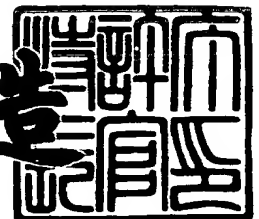
FEB 06 2002

GROUP 3600

2001年11月26日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3103711

【書類名】 特許願

【整理番号】 201136

【提出日】 平成13年 9月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F16C 29/06

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内

    【氏名】 梶田 敏治

【特許出願人】

    【識別番号】 000004204

    【氏名又は名称】 日本精工株式会社

    【代表者】 関谷 哲夫

【代理人】

    【識別番号】 100066980

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 森 哲也

【選任した代理人】

    【識別番号】 100075579

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 内藤 嘉昭

【選任した代理人】

    【識別番号】 100103850

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 崔 秀▲てつ▼

【先の出願に基づく優先権主張】

    【出願番号】 特願2000-339362

    【出願日】 平成12年11月 7日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001638

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9006534

【包括委任状番号】 9402192

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ボールねじ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 外周面に螺旋状のボール転動溝を有するねじ軸と、内周面に螺旋状のボール転動溝を有するナットと、これらのボール転動溝で形成される軌道内に配置された複数のボールとを備えたボールねじにおいて、

ねじ軸側のボール転動溝の表面粗さは、ボール転動溝の螺旋方向に沿った平均粗さ（Ra）で  $0.12\mu\text{m}$  以下であり、且つボールとボールの間には、両面に凹面部を有するセパレータまたは保持器が介在されていることを特徴とするボールねじ。

【請求項 2】 外周面に螺旋状のボール転動溝を有するねじ軸と、内周面に螺旋状のボール転動溝を有するナットと、これらのボール転動溝で形成される軌道内に配置された複数のボールとを備えたボールねじにおいて、

ねじ軸側およびナット側のボール転動溝の表面粗さは、ボール転動溝の螺旋方向に沿った平均粗さ（Ra）で  $0.12\mu\text{m}$  以下であり、且つボールとボールの間には、両面に凹面部を有するセパレータまたは保持器が介在されていることを特徴とするボールねじ。

【請求項 3】 外周面に螺旋状のボール転動溝を有するねじ軸と、内周面に螺旋状のボール転動溝を有するナットと、これらのボール転動溝で形成される軌道内に配置された複数のボールとを備えたボールねじにおいて、

ねじ軸側および／またはナット側のボール転動溝の表面粗さは、ボール転動溝の螺旋方向に沿った平均粗さ（Ra）で  $0.12\mu\text{m}$  以下であることを特徴とするボールねじ。

【請求項 4】 ボールの直径は  $3.969\text{mm}$  以下である請求項 3 記載のボールねじ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ボールねじに関する。

## 【0 0 0 2】

## 【従来の技術】

ボールねじは、ねじ軸とナットとボールとで構成された直動装置である。ねじ軸の外周面とナットの内周面には螺旋状の溝が形成されており、これらの螺旋溝でボールの軌道が形成されている。そして、ボールがこの軌道を転動することにより、ナットはねじ軸に対して相対的に直線移動する。すなわち、ねじ軸およびナットの螺旋溝がボール転動溝となっている。また、ナットの外側部に循環通路が設けてある。

## 【0 0 0 3】

このようなボールねじには、従来より、振動および騒音を低減することが求められている。例えば、特公平 7 - 9 2 5 9 号、実公平 6 - 4 7 1 5 9 号、実新登 - 0 2 5 8 2 0 6 8 号の各公報には、循環通路に生じる振動および騒音を低減するための工夫が施されたボールねじが記載されている。また、特開平 1 1 - 5 1 0 4 9 号公報には、ボール転動溝と循環通路との間で行われるボールの授受を円滑にするために、特殊な構造の保持器を備えたボールねじが記載されている。

## 【0 0 0 4】

ボール転動溝で生じる振動および騒音を低減する工夫としては、特開平 1 1 - 3 1 5 8 3 5 号の公報に記載された技術がある。この公報には、ボール保持面を有するセパレータをボールとボールの間に配置することによりボール同士の接触をなくして、ボール転動溝で生じる振動および騒音を低減することが記載されている。

## 【0 0 0 5】

一方、特許特 - 0 2 8 8 1 8 5 5 号公報には、ボールねじのボール転動溝を研削後に超仕上げすることが記載されている。

しかしながら、これらの従来技術には、ボールねじの振動および騒音を低減することにさらなる改善の余地がある。

## 【0 0 0 6】

## 【発明が解決しようとする課題】

本発明の課題は、従来のボールねじよりも、振動および騒音が効果的に低減さ

れたボールねじを提供することを課題とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明は、外周面に螺旋状のボール転動溝を有するねじ軸と、内周面に螺旋状のボール転動溝を有するナットと、これらのボール転動溝で形成される軌道内に配置された複数のボールとを備えたボールねじにおいて、ねじ軸側のボール転動溝の表面粗さは、ボール転動溝の螺旋方向に沿った平均粗さ（Ra）で0.12μm以下であり、且つボールとボールの間には、両面に凹面部を有するセパレータまたは保持器が介在されていることを特徴とするボールねじを提供する。

【0008】

本発明は、また、外周面に螺旋状のボール転動溝を有するねじ軸と、内周面に螺旋状のボール転動溝を有するナットと、これらのボール転動溝で形成される軌道内に配置された複数のボールとを備えたボールねじにおいて、ねじ軸側およびナット側のボール転動溝の表面粗さは、ボール転動溝の螺旋方向に沿った平均粗さ（Ra）で0.12μm以下であり、且つボールとボールの間には、両面に凹面部を有するセパレータまたは保持器が介在されていることを特徴とするボールねじを提供する。

【0009】

本発明はまた、外周面に螺旋状のボール転動溝を有するねじ軸と、内周面に螺旋状のボール転動溝を有するナットと、これらのボール転動溝で形成される軌道内に配置された複数のボールとを備えたボールねじにおいて、ねじ軸側および／またはナット側のボール転動溝の表面粗さは、ボール転動溝の螺旋方向に沿った平均粗さ（Ra）で0.12μm以下であることを特徴とするボールねじを提供する。

【0010】

本発明のボールねじは、ボールの直径が2.000mm以上3.969mm以下である場合に好適に適用される。

ボール転動溝の表面粗さを平均粗さ（Ra）で0.12μm以下にするための

仕上げ方法としては、超仕上げ研削、ホーニング仕上げ、ラッピング仕上げ、ポリッシング仕上げ、バフ仕上げ等が挙げられる。

【0011】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態について説明する。

〔第1実施形態〕

図1は、本発明の請求項1に係る一実施形態に相当するボールねじを示す平面図である。図2は、図1のボールねじのナットのみを、ナットの軸線を含む面で切断した状態を示す図である。図3は、図1のボールねじのボールの軌道を示す断面図である。図4は、図1のボールねじのセパレータとボールとの関係を示す図である。

【0012】

このボールねじは、ねじ軸1とナット2とボール3とで構成されている。ねじ軸1の外周面に螺旋状のボール転動溝4が形成され、ナット2の内周面に螺旋状のボール転動溝5が形成されている。この実施形態（サンプルNo. 1-1）では、研削後に超仕上げを行うことにより、ねじ軸1およびナット2のボール転動溝4、5の表面粗さを、ボール転動溝の螺旋方向に沿った平均粗さ（Ra）で0.12 $\mu$ mにしてある。

【0013】

ナット2内にあるねじ軸1のボール転動溝4と、ナット2のボール転動溝5とで、ナット2内にボール3の軌道6が形成されている。また、全てのボール3とボール3の間にはセパレータ7が配置されている。

図4（a）に示すように、このセパレータ7の形状は、円柱の両底面が凹面（ボール保持面）71になっている形状である。この円柱の直径Aはボール3の直径よりも少し小さい。また、この凹面71は、同じ曲率半径Rの2つの球面を合わせた面形状となっており、その断面がゴシックアーチ形状となっている。

【0014】

ゴシックアーチ形状とは、同じ半径の2個の円弧が、半径同士が交差するように中心位置（X）をずらして形成され、連結された形状である。そして、この凹

面 7 1 は、ボール 3 の半径  $r$  が凹面 7 1 の半径  $R$  より小さく、凹面 7 1 の半径  $R$  同士の交差位置 (Y) がボール 3 の中心位置となるように形成されている。そのため、図 4 (b) に示すように、このセパレータ 7 の凹面 7 1 とボール 3 は、破線 Z で示す円で線接触することができる。

## 【 0 0 1 5 】

これにより、ボール 3 はセパレータ 7 の凹面 7 1 に極めて低摩擦で接触することができるため、ボール 3 とセパレータ 7 のすべり抵抗を小さくして、ボール 3 とセパレータ 7 との間の摩擦を著しく小さくすることができる。そのため、セパレータ 7 の循環性も良好となるとともに、ボール 3 同士のせりあいによる作動性の悪化やボール 3 の摩擦や損傷を著しく低減することができる。その結果、ボールねじのトルク変動や騒音が著しく低減される。

## 【 0 0 1 6 】

ナット 2 の外周面には切欠部 2 1 が形成され、この切欠部 2 1 にチューブ状の循環通路 8 が配置されている。この循環通路 8 は、チューブ押え 8 1 で切欠部 2 1 に固定してある。ナット 2 の軸方向一端には、ナット 2 をテーブル等に固定するためのフランジ 2 2 が設けてある。このフランジ 2 2 とねじ軸 1 との間、および、ナット 2 の軸方向他端部とねじ軸 1 との間は、防塵用シール 9 で塞がれている。

## 【 0 0 1 7 】

図 1 のボールねじとして、ねじ軸 1 の直径 : 2 0 mm、リード : 1 0 mm、ボール 3 の直径 ( $2r$ ) : 3. 9 6 9 mm、回路数 : 2. 5 巻 1 列のものを用意した。このボールねじ (サンプル No. 1 - 1) を騒音測定装置に取付け、回転数 : 4 0 0 0 r p m でねじ軸 1 を回転させて、ボールねじに発生する騒音を、ねじ軸 1 の軸心から 4 0 0 mm の位置で調べた。

## 【 0 0 1 8 】

サンプル No. 1 - 2 として、以下の点以外はサンプル No. 1 - 1 と同じ構成であるボールねじを用意して、同じ試験を行った。このボールねじは、ナット 2 のボール転動溝 5 の形成の際に研削後の超仕上げを行わなかったため、ナット 2 のボール転動溝 5 の表面粗さが、ボール転動溝の螺旋方向に沿った平均粗さ ( $R_a$



）で  $0.18\mu\text{m}$  になっている。

【0019】

サンプルNo. 1-3（比較例）として、以下の点以外はサンプルNo. 1-1と同じ構成であるボールねじを用意して、同じ試験を行った。このボールねじでは、全てのボール3間にセパレータ7を設置せずにボール3を密に配置した。

サンプルNo. 1-4（比較例）として、以下の点以外はサンプルNo. 1-1と同じ構成であるボールねじを用意して、同じ試験を行った。このボールねじは、ナット2のボール転動溝5の形成の際に研削後の超仕上げを行わなかったため、ナット2のボール転動溝5の表面粗さが、ボール転動溝の螺旋方向に沿った平均粗さ（Ra）で  $0.18\mu\text{m}$  になっている。また、全てのボール3間にセパレータ7を設置せずにボール3を密に配置した。

【0020】

サンプルNo. 1-5（比較例）として、以下の点以外はサンプルNo. 1-1と同じ構成であるボールねじを用意して、同じ試験を行った。このボールねじは、ねじ軸1およびナット2のボール転動溝4, 5の形成の際に研削後の超仕上げを行わなかった。そのため、ねじ軸1のボール転動溝4の表面粗さが、ボール転動溝の螺旋方向に沿った平均粗さ（Ra）で  $0.19\mu\text{m}$  になっている。また、ナット2のボール転動溝5の表面粗さが、ボール転動溝の螺旋方向に沿った平均粗さ（Ra）で  $0.18\mu\text{m}$  になっている。

【0021】

サンプルNo. 1-6（比較例）として、以下の点以外はサンプルNo. 1-5と同じ構成であるボールねじを用意して、同じ試験を行った。このボールねじでは、全てのボール3間にセパレータ7を設置せずにボール3を密に配置した。

各サンプルの騒音測定値と、サンプルNo. 1-6の騒音測定値を基準値（0）とした騒音低下値を、下記の表1に示す。

【0022】

【表 1】

| No. | 溝のRa (μm) |      | セパレータ<br>の有無 | 騒音<br>測定値<br>(dB) | 騒音<br>低下値<br>(dB) |
|-----|-----------|------|--------------|-------------------|-------------------|
|     | ねじ軸       | ナット  |              |                   |                   |
| 1-1 | 0.12      | 0.12 | 有            | 67.0              | -9.0              |
| 1-2 | 0.12      | 0.18 | 有            | 68.0              | -8.0              |
| 1-3 | 0.12      | 0.12 | 無            | 72.0              | -4.0              |
| 1-4 | 0.12      | 0.18 | 無            | 73.0              | -3.0              |
| 1-5 | 0.19      | 0.18 | 有            | 74.5              | -1.5              |
| 1-6 | 0.19      | 0.18 | 無            | 76.0              | 基準                |

## 【0023】

この結果から分かるように、サンプルNo. 1-1および1-2では、全てのボール3間にセパレータ7を配置することと、ねじ軸1とナット2のボール転動溝4, 5 (No. 1-2ではねじ軸1のボール転動溝4のみ)の表面粗さを、ボール転動溝の螺旋方向に沿った平均粗さ(Ra)で0.12 μm以下にすることの両方を行うことによって、これらのいずれかのみを行った場合の騒音低下値を単に加算した場合よりも大きな騒音低下値(すなわち、予想外の優れた騒音防止効果)が得られた。

## 【0024】

単なる加算の場合、No. 1-1の騒音低下値は、No. 1-3とNo. 1-5の騒音低下値の合計値である「-5.5 dB」と予想されるが、この予想値の1.64倍に相当する「-9.0 dB」となった。また、単なる加算の場合、No. 1-2の騒音低下値は、No. 1-4とNo. 1-5の騒音低下値の合計値である「-4.5 dB」と予想されるが、この予想値の1.78倍に相当する「-8.0 dB」となった。

## 【0025】

また、ねじ軸1のボール転動溝4の表面粗さのみをボール転動溝の螺旋方向に沿った平均粗さ(Ra)で0.12 μm以下にすることによって得られる騒音低

下値が「- 6. 5 d B」(No. 1 - 2 と No. 1 - 5 の差)であるのに対して、ねじ軸 1 のボール転動溝 4 の表面粗さに加えてナット 2 のボール転動溝 5 の表面粗さについても前記平均粗さ (R a) で 0. 1 2  $\mu$  m 以下にすることによって得られる騒音低下値が「- 1. 0 d B」(No. 1 - 1 と No. 1 - 2 の差)であることから、ねじ軸 1 のボール転動溝 4 とナット 2 のボール転動溝 5 のうち、少なくともねじ軸 1 のボール転動溝 4 の表面粗さを前記平均粗さ (R a) で 0. 1 2  $\mu$  m 以下にすることによって、優れた騒音防止効果が得られることが分かる。

## 【0 0 2 6】

なお、この実施形態では全てのボール 3 間にセパレータ 7 を配置しているが、本発明のボールねじは、セパレータが全てのボール間に配置されているものに限定されない。また、ボール 3 とボール 3 の間には、それぞれ独立のセパレータ 7 を介在させているが、各セパレータが連結された形状の保持器を介在させてもよい。

## 【0 0 2 7】

また、本発明のボールねじは、ねじ軸の直径が 3 2 m m 以下の場合に特に有効に適用される。

## [第 2 実施形態]

この実施形態は請求項 3 および 4 の実施形態であって、第 1 実施形態のサンプル No. 1 - 3 および No. 1 - 4 のボールねじはこれらの請求項の範囲内であるため、ここでは実施例となる。No. 1 - 3 の構成および試験結果を No. 2 - 1 とし、No. 1 - 4 の構成および試験結果を No. 2 - 2 とし、下記表 2 に示す。また、第 1 実施形態のサンプル No. 1 - 6 の構成および試験結果を No. 2 - 6 とし、下記表 2 に示す。

## 【0 0 2 8】

これに加えて、サンプル No. 2 - 3 (比較例)として、以下の点以外は第 1 実施形態のサンプル No. 1 - 6 と同じ構成であるボールねじを用意して、同じ試験を行った。このボールねじは、ねじ軸 1 のボール転動溝 4 の形成の際に、研削後の超仕上げを行わなかったが、研削仕上げは最高のレベルの出来栄えとなるように行った。そのため、ねじ軸 1 のボール転動溝 4 の表面粗さが、ボール転動溝の

螺旋方向に沿った平均粗さ (Ra) で 0. 1 5  $\mu$  m になっている。

【0 0 2 9】

また、サンプルNo. 2 - 4 (実施例) として、以下の点以外はサンプルNo. 1 - 6 と同じ構成であるボールねじを用意して、同じ試験を行った。このボールねじは、ナット 2 のボール転動溝 5 の形成の際に、研削後にサンプルNo. 1 - 1 と同様の超仕上げを行った。そのため、ナット 2 のボール転動溝 5 の表面粗さが、ボール転動溝の螺旋方向に沿った平均粗さ (Ra) で 0. 1 2  $\mu$  m になっている。

【0 0 3 0】

また、サンプルNo. 2 - 5 (比較例) として、以下の点以外はサンプルNo. 2 - 4 と同じ構成であるボールねじを用意して、同じ試験を行った。このボールねじでは、ナット 2 のボール転動溝 5 の形成の際に、研削後の超仕上げを行わなかったが、研削仕上げは最高のレベルの出来栄えとなるように行った。

各サンプルの騒音測定値と、サンプルNo. 2 - 6 の騒音測定値を基準値 (0) とした騒音低下値を、下記の表 2 に示す。

【0 0 3 1】

【表 2】

| No  | 溝の Ra ( $\mu$ m) |        | セパレータの有無 | 騒音測定値 (dB) | 騒音低下値 (dB) |
|-----|------------------|--------|----------|------------|------------|
|     | ねじ軸              | ナット    |          |            |            |
| 2-1 | 0. 1 2           | 0. 1 2 | 無        | 7 2. 0     | -4. 0      |
| 2-2 | 0. 1 2           | 0. 1 8 | 無        | 7 3. 0     | -3. 0      |
| 2-3 | 0. 1 5           | 0. 1 8 | 無        | 7 5. 0     | -1. 0      |
| 2-4 | 0. 1 9           | 0. 1 2 | 無        | 7 3. 5     | -2. 5      |
| 2-5 | 0. 1 9           | 0. 1 5 | 無        | 7 5. 5     | -0. 5      |
| 2-6 | 0. 1 9           | 0. 1 8 | 無        | 7 6. 0     | 基準         |

【0 0 3 2】

この結果から分かるように、ねじ軸 1 のボール転動溝 4 の表面粗さを、ボール

転動溝の螺旋方向に沿った平均粗さ (R a) で 0. 1 5  $\mu$  m とした No. 2 - 3 では騒音低下値が 1. 0 d B であったのに対し、0. 1 2  $\mu$  m とした No. 2 - 2 では騒音低下値が 3. 0 d B となり、騒音低下効果が大きかった。

また、ナット 2 のボール転動溝 5 の表面粗さを、ボール転動溝の螺旋方向に沿った平均粗さ (R a) で 0. 1 5  $\mu$  m とした No. 2 - 5 では騒音低下値が 0. 5 d B であったのに対し、0. 1 2  $\mu$  m とした No. 2 - 4 では騒音低下値が 2. 5 d B となり、騒音低下効果が大きかった。

#### 【0033】

さらに、ねじ軸 1 のボール転動溝 4 の表面粗さとナット 2 のボール転動溝 5 の表面粗さの両方を平均粗さ (R a) で 0. 1 2  $\mu$  m とした No. 2 - 1 では、騒音低下値が 4. 0 d B となり、騒音低下効果が特に大きかった。

すなわち、ねじ軸 1 のボール転動溝 4 の表面粗さとナット 2 のボール転動溝 5 の表面粗さの少なくともいずれかを、平均粗さ (R a) で 0. 1 2  $\mu$  m 以下とすることにより、大きな騒音低下効果が得られることが分かった。

#### 【0034】

また、この騒音低下効果は、ボールの直径が 3. 9 6 9 mm よりも大きくなると小さくなる傾向にあるが、ボールの直径が 2. 0 0 0 mm 以上 3. 9 6 9 mm 以下であれば十分な効果が得られることが確認されている。

#### 【0035】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、振動および騒音が著しく低いボールねじが提供される。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明の一実施形態に相当するボールねじを示す平面図である。

##### 【図 2】

図 1 のボールねじのナットのみを、ナットの軸線を含む面で切断した状態を示す図である。

##### 【図 3】

図 1 のボールねじのボールの軌道を示す断面図である。

【図 4】

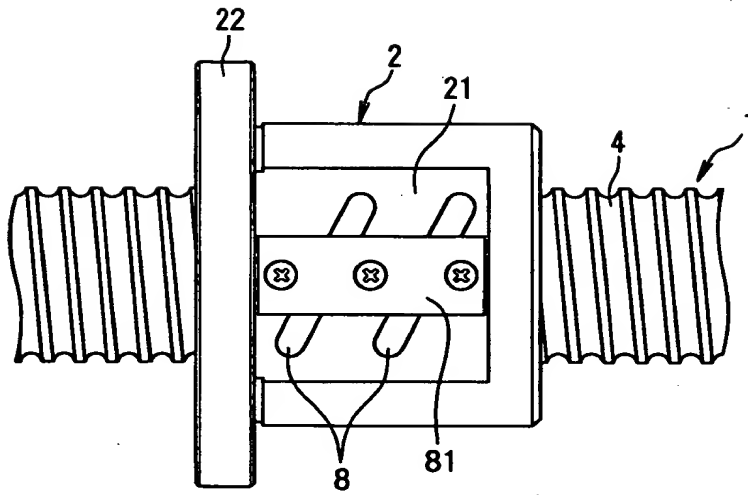
図 1 のボールねじのセパレータとボールとの関係を示す図である。

【符号の説明】

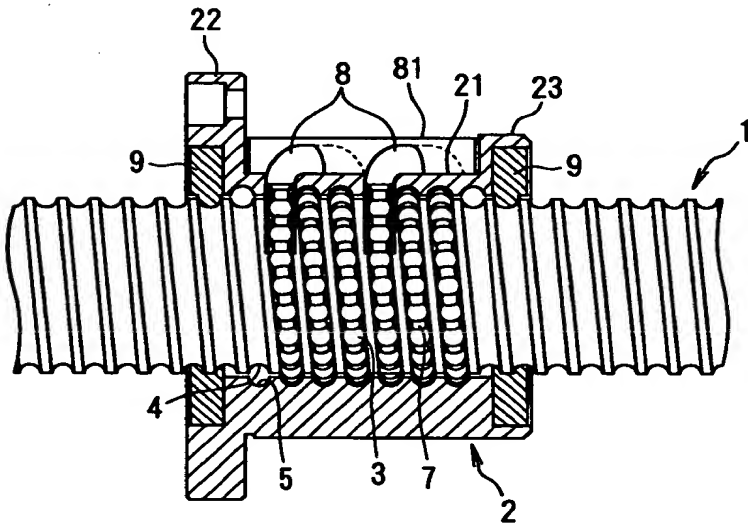
- 1   ねじ軸
- 2   ナット
- 2 1   切欠部
- 2 2   フランジ
- 3   ボール
- 4   ねじ軸のボール転動溝
- 5   ナットのボール転動溝
- 6   軌道
- 7   セパレータ
- 7 1   ボール保持面
- 8   循環通路
- 9   防塵用シール

【書類名】 図面

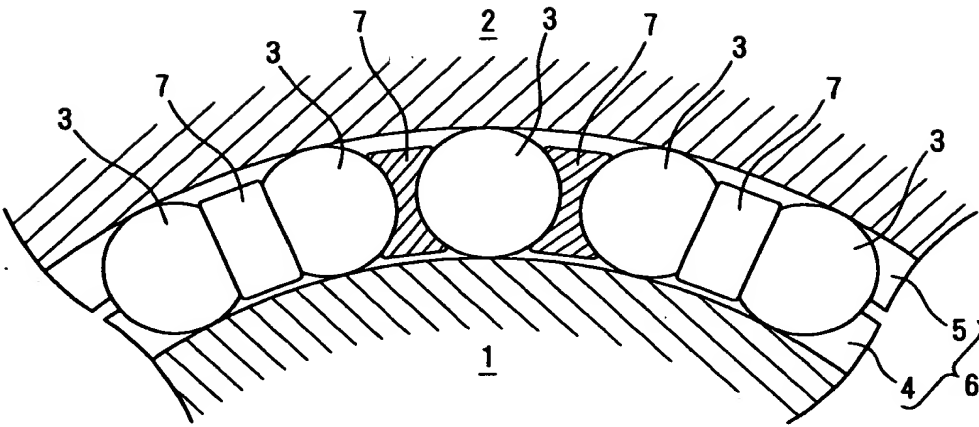
【図 1】



【図 2】

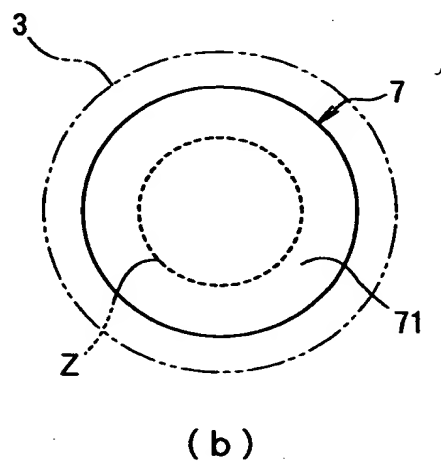
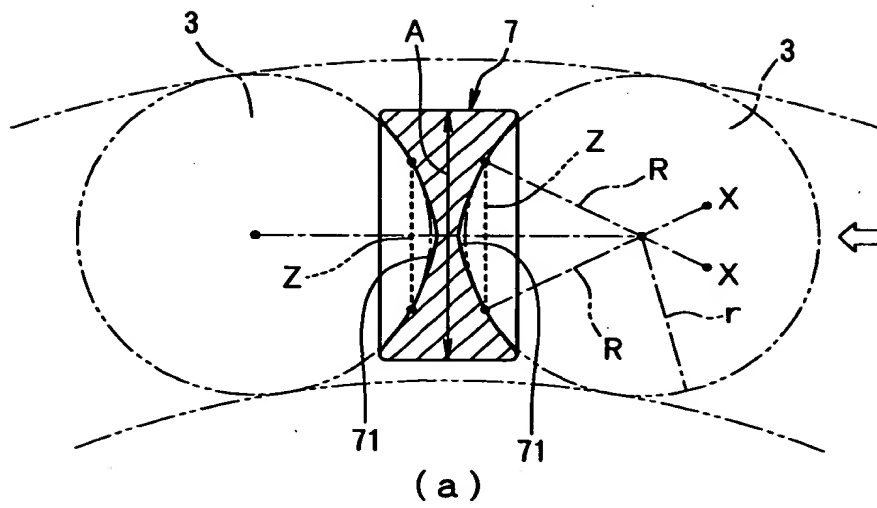


【図 3】





【図4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ボールねじの振動および騒音を著しく低くする。

【解決手段】 研削後に超仕上げを行うことにより、少なくともねじ軸 1 のボール転動溝 4 の表面粗さを、平均粗さ (R a) で 0. 1 2  $\mu$  m 以下にする。ボール 3 とボール 3 の間に、凹面のボール保持面 7 1 を有するセパレータ 7 を配置する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004204]

|          |                 |
|----------|-----------------|
| 1. 変更年月日 | 1990年 8月29日     |
| [変更理由]   | 新規登録            |
| 住 所      | 東京都品川区大崎1丁目6番3号 |
| 氏 名      | 日本精工株式会社        |